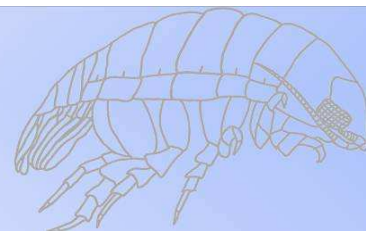


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



e-rapport nr: 18 – 2013

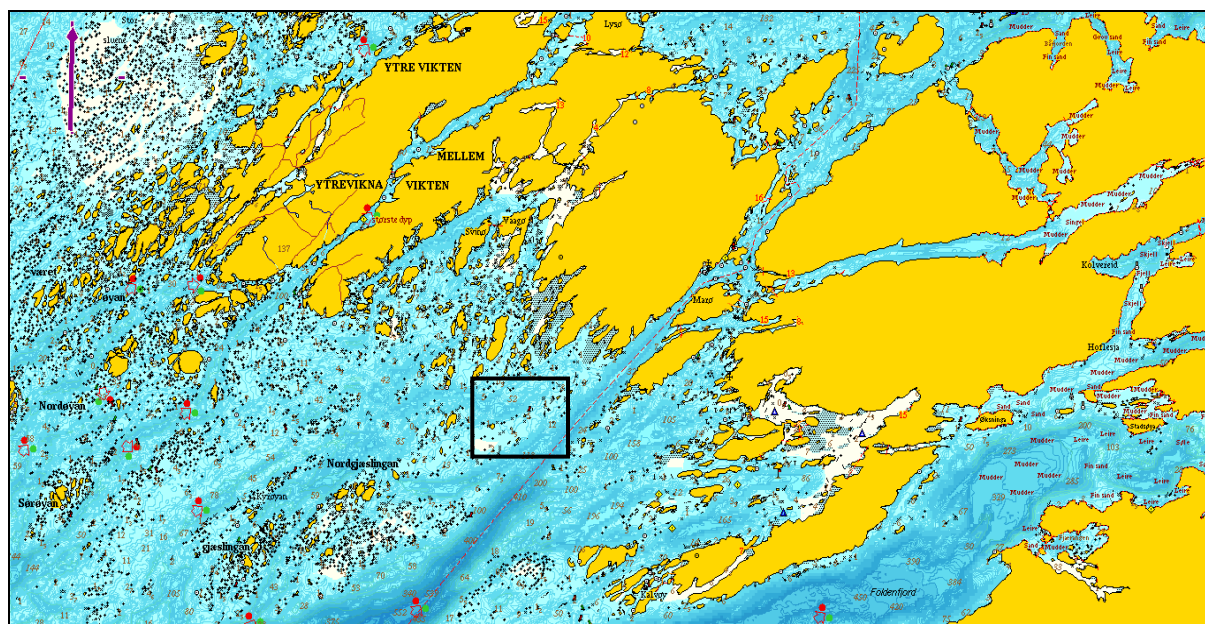
MOM-C undersøkelse fra lokalitet Geitholmen, Vikna kommune i 2012

Vidar Strøm



Ragni Torvanger

Silje Hadler-Jacobsen

Per-Otto Johansen



Utforming av sammendrag SAM e-rapport

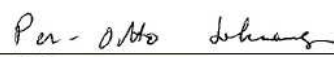

	SAM-Marin	
SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25		Internet: www.uni.no E-post: sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse fra lokalitet Geitholmen, Vikna kommune i 2012.	Dato: Felt: 20.09.2012 Rapport: 12.03.13 Antall sider og bilag: 42
Forfatter(e): Vidar Strøm, Ragni Torvanger, Silje Hadler-Jacobsen, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Vidar Strøm Prosjektnummer: 63-9-12C/ 807007

Oppdragsgiver: SinkaBerg Hansen AS	Tilgjengelighet: Åpen
------------------------------------	-----------------------

Abstract: On assignment from SinkaBerg Hansen AS, Aqua Kompetanse AS in cooperation with SAM-Marin, was hired in to investigate the marine area by the fish farm Geitholmen, which is located in Vikna, Nord-Trøndelag. The aim of this study was to describe the environmental state of this area based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data of the sea water. In total, three different stations were chosen for sampling: C4-12, which is located in the near zone, C5-12, which is located approximately 400 meters north east of the fish farm, and C3-12, which lies approximately 1,2 km north west of the farm. Those three stations were previously examined in march 2011. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority (KLIF). The results show that the level of copper and zinc were low on all stations. The level of phosphorus was also low on all stations. The total organic carbon (TOC) showed high levels at C5-12 and C3-12 (class V, very bad), while it showed a moderate level at C4-12. The organic content expressed as % volatile total solids showed a moderate to high organic content on C5-12 and C3-12, while it showed a low content at C4-12. The sediments from C5-12 and C3-12 consisted mostly of a mixture of silt and clay, while the sediment from C4-12 consisted mostly of sand, and about one third of the fraction silt and clay. The hydrographical data shows that the bottom water at C5-12 and C3-12 has a low oxygen concentration, which gave the classification 'Medium' after Molvær et al., 97. The soft bottom macrofauna investigation showed moderate to good conditions at C4-12, while it showed good conditions at C3-12. This survey shows that the marine environment by the fish farm Geitholmen is slightly influenced by organic waste products, but the marine fauna appears to be in good shape.

Keywords: Fish farm	Emneord: Fiskeoppdrett	ISSN NR.: 1890-5153
Recipient	Resipient	SAM e-Rapport nr. 18-2013
Benthos	Bunndyr	
Sediment	Sediment	

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	3.5.2013	
Prosjektet / undersøkelsen:	2.5.2013	

**Utforming av sammendrag
SAM e-rapport**

SAM-Marin er en del av Uni Research AS, og er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, gløderest, korfordeling, taksonomisk analyse og faglige vurdering og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157.

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til - analyser, samlet av: -

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: SAM-marin

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad, Per johannessen

Rapportering utført av: Aqua kompetanse og SAM-marin

Glødetapsanalyser utført av: -

Kornfordelingsanalyser utført av: SAM-marin

Ikke akkreditert:

-Innsamling utført av Aqua Kompetanse

-Glødetap utført av SAM-marin

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Oppdretts-fartøy

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse akkrediteringsnummer test003

Akkreditert: TOC, P, Cu, Zn og TS

Ikke akkreditert: -

Andre: -

INNHOOLD

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER	6
2.1 Undersøkelsesområdet	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.2.1 Hydrografi	9
2.2.2 Sediment.....	9
2.2.3 Kjemiske analyser	10
2.2.4 Bunndyr	10
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	13
3 RESULTATER OG DISKUSJON	14
3.1 Hydrografi	14
3.2 Sediment	18
3.3 Kjemi	20
3.4 Bunndyr	21
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	25
5 TAKK	26
6 LITTERATUR	27
7 VEDLEGG	28
Generell vedleggsdel	28
Generelt	28
Geometriske klasser	28
Univariate metoder	29
Ømfintlighet	30
Sammensatte indekser	30
Referansetilstand og klassegrenser.....	30
Multivariate analyser.....	31
Dataprogrammer.....	32
Litteratur til Generelt Vedlegg	35
Vedleggstabell 1. Artsliste	36
Vedleggstabell 2. Geometriske klasser	41
Vedleggstabell 3. Analysebevis	42

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Geitholmen i skjærgårdsområdet vestenfor Nærøysundet, i Vikna kommune. Innsamlingene ble gjennomført 20. september 2012 av Aquakompetanse AS.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokalitet Geitholmen. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot KLIFs tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007), Vanddirektivets indekser (Direktorats gruppa Vanddirektivet 2009) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).

Undersøkelsen er utført av Aquakompetanse AS og Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) på oppdrag fra SinkaBerg-Hansen AS AS. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Reserach AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

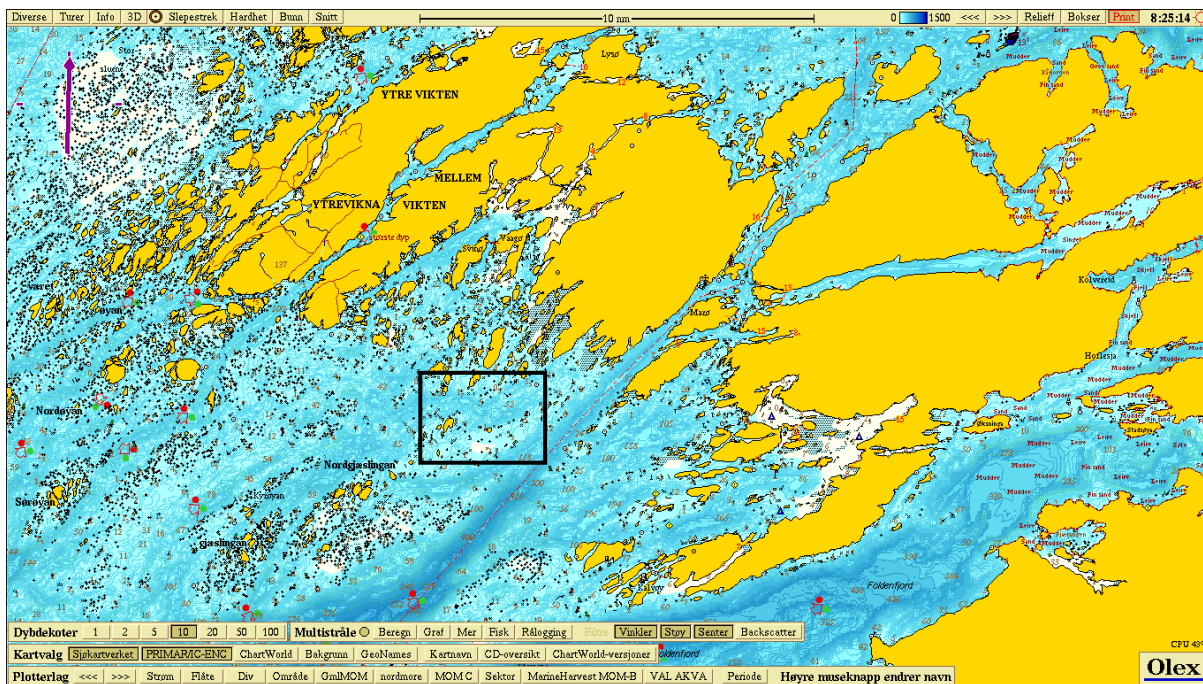
Lokaliteten ligger i øymylderet vest for Nærøysundet, i Vikna kommune (Figur 2.1 og 2.2). Havdybden ved lokaliteten varierer fra 80-155 meter. Matfiskanlegget ligger ved foten av en skråning som skrår i nordlig retning. I havområdet nordvestover skrår bunnen og blir gradvis dypere langsmed dyprenna som går vestover. Dyprenna munner tilslutt ut i åpent hav. I fjernsonen, cirka 1,2 km unna anlegget, er dybden rundt 140 meter. Prøvetakingsstasjonene ble tatt på samme koordinater som ved forrige undersøkelse etter MOM C-metodikken i dette området (se SAM e-rapport nr. 5-2012 – ‘MOM C-undersøkelse ved oppdrettslokalitetene Edøya og Geitholmen i 2011’). Nærsonestasjonen C4-12 ligger like vest for anlegget, overgangssonen C5-12 er plassert cirka 400 meter nordøst for anlegget, mens fjernsonestasjonen C3-12 ligger 1,2 km nordvest for anlegget (Figur 2.2 og 2.3).

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

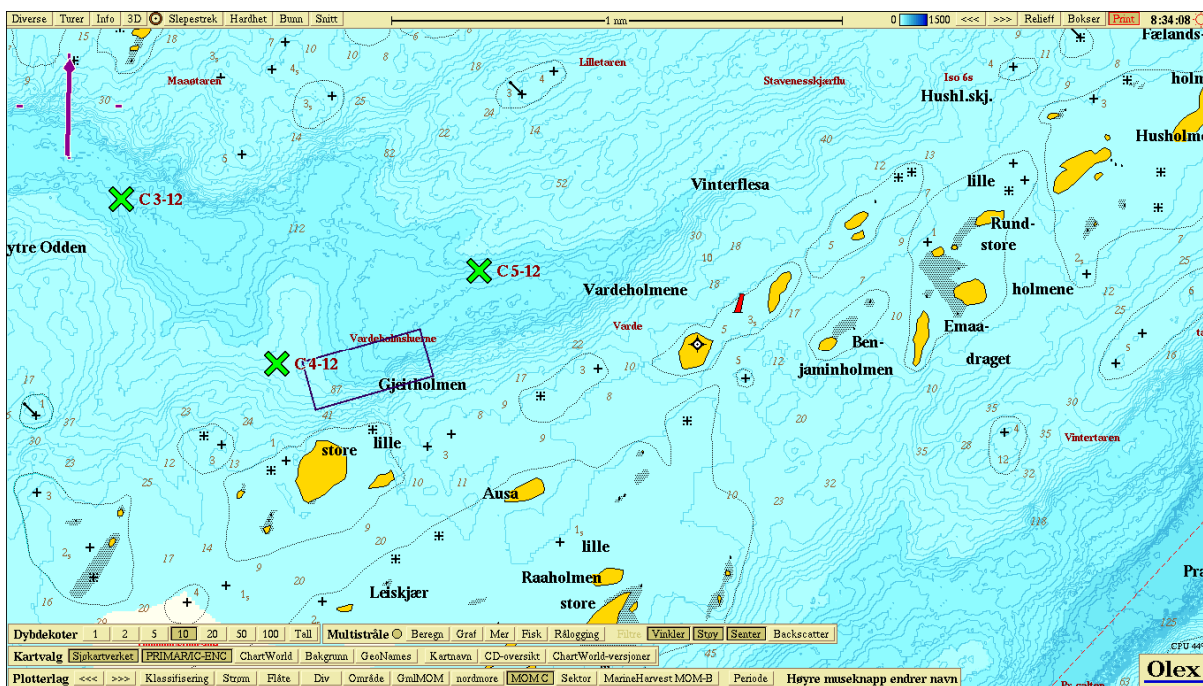
Prøveinnsamlingene ble gjort 20. september, 2012. Det ble tatt prøver fra én stasjon ved anlegget, én i overgangssonen og én stasjon i dypet av fjorden (fjernsonen). Undersøkelsen ble gjennomført av Vidar Strøm og Nasir El Shaikh fra Aquakompetanse AS.

I bunndyrundersøkelsen er materialet fra nærsonestasjonen og fra fjernsonestasjonen opparbeidet, mens materialet fra overgangssonen ikke er opparbeidet, da faunaforholdene i nærsonen og i fjernsonen var gode.

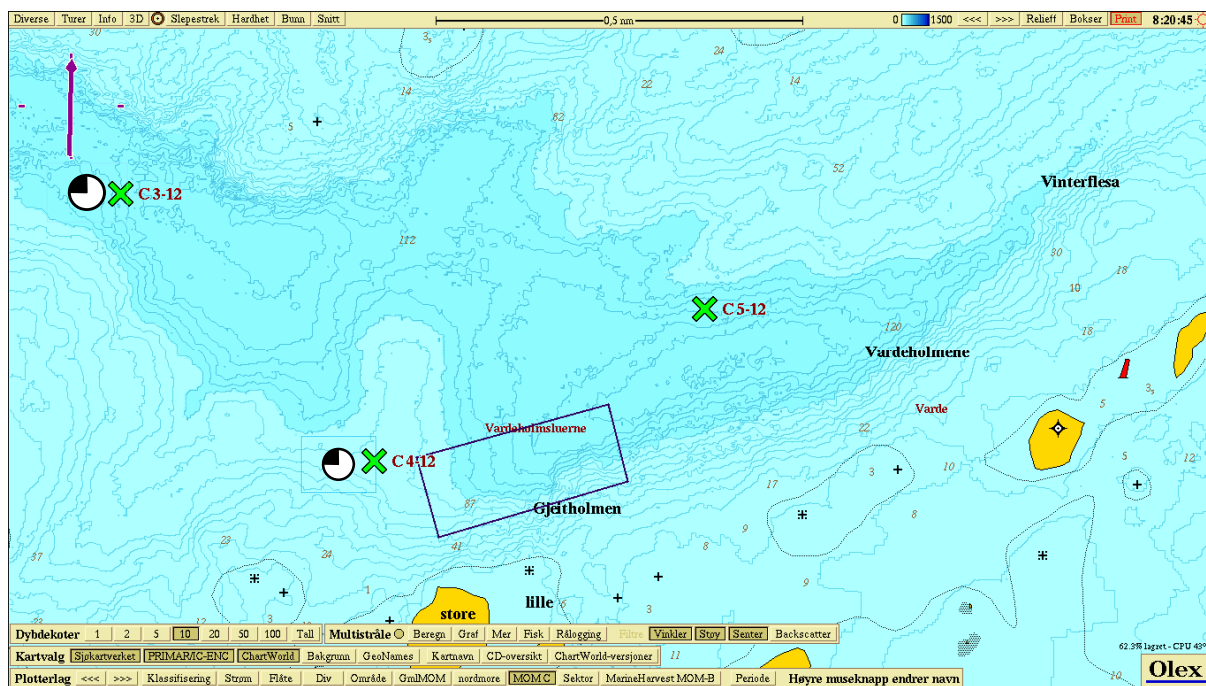
Det ble også målt hydrografiske data av vannsøylen ved hver stasjon. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Måling av oksygen, temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført vha. en CTD-sonde SD204 med oksygensensor. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w versjon 3.13.0.146 benyttet.



Figur 2.1: Oversiktskart over øymylderet i Vikna kommune. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved Geitholmen. Kilde: Olex.



Figur 2.2: Utsnitt av nærområdet til Geitholmen med referansestasjonen C3-12 i nordvest for anlegget, nærsone-stasjon (C4-12) ved anlegget, samt overgangssonestasjon (C5-12) nordøst for anlegget. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kilde: Olex.



Figur 2.3: Skisse av anleggets plassering med punkt for prøvestasjonerstasjoner tegnet inn. Eksakt plassering av stasjonen er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kilde: Olex.

Tabell 2.1: Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i påvirkningssonene til Geitholmen. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en Van Veen grabb, som dekker et overflateareal på 0.1 m² (full grabb = 15 l).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
C4-12 (Nærsonne) 20.09, 2012	Geitholmen 64° 47,982 N 11° 01,082 Ø	87	1	8,4	Silt og sand. Uttak til faunaprøve.
			2	8,4	Silt og sand. Uttak til faunaprøve.
			3		Silt og sand. Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
C5-12 (Overgangssonene) 20.09, 2012	Geitholmen 64° 48,199 N 11° 02,126 Ø	125	1	15,0	Silt og leire. Uttak til faunaprøve.
			2	15,0	Silt og leire. Uttak til faunaprøve.
			3		Silt og leire. Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
C3-12 (Fjernsonne) 20.09, 2012	Geitholmen 64° 48,340 N 11° 00,254 Ø	139	1	15,0	Silt og leire. Uttak til faunaprøve.
			2	15,0	Silt og leire. Uttak til faunaprøve.
			3		Silt og leire. Uttak til kjemisk og geologisk prøve.

2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H_2S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut en prøve til analyse av organisk innhold (% glødetap) og analyse av kornfordeling, fra det samme hugget hvor det ble tatt ut prøve for kjemiske analyser.

Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063 mm sikt. Partikler større enn 0,063 mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063 mm ble pipetteanalyse benyttet for gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan, 1984). Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm) fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen. Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %.

Partikkelstørrelsen i sedimentet forteller noe om strømforholdene like over bunnen. I områder med sterk strøm vil finere partikler bli ført bort og kun grovere partikler vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingskurven, som da vil vise at hoveddelen av partiklene i sedimentet tilhører den grove delen av størrelsesspekteret. I områder med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avsettes i sedimentet. Kornfordelingskurven vil da vise at mesteparten av partiklene er i leire/silt-fraksjonen.

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 4764. Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere

innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sediment-overflaten, og lukte råttent (H₂S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra ett hugg fra hver stasjon til analyse av de kjemiske parameterne. Analysene ble utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 17294-2. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter EN 13137. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter EN 14346. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parametrene som inngår i KLIF's manual (Molvær *et. al*, 1997 og Bakke *et. al*, 2007) (Tabell 2.2).

2.2.4 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil få eller ingen arter være tilstede i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m². Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sediment-volumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full 0,1 m² grabb har et volum på 15 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil

si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinholdet ble vasket gjennom en sikt med hulldiameteren på 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 8 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sediment-restene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart i SAM-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 1). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyrsanalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I Vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble brukt for å beregne artsmangfoldet (artsdiversiteten) ut fra arts- og individantallet i en prøve (se Generelt Vedlegg). På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder. Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifisering klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Denne veilederen skal på sikt erstatte KLIF's veileder 97:03 (TA 1467/1997) - Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Når bunndyr brukes i klassifisering, benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') og ømfintlighetsindeksene NQI1 og NQI2 (Tabell 2.2). Tilstandsklassene kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wiener diversitet er beregnet ut fra individfordelingen hos artene. NQI1 og NQI2 tar i tillegg

til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se Vedlegg 1. Shannon-Wiener diversitetsindeks er i denne rapporten beregnet både for sum av grabbhugg (97:03) og for gjennomsnittet (01:2009) slik det står beskrevet i de to veilederene. Klassegrensene for Shannon–Wiener er også forskjellige i de to veilederne, se tabell 2.2. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

Tabell 2.2: Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær *et. al*, 1997, Bakke *et. al*, 2007 og Veileder 01:2009, Direktoratets-gruppen Vanndirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

	Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser				
				I	II	III	IV	V
				Bakgrunn/ Meget god	God	Moderat/ Mindre god	Dårlig	Svært dårlig
Dypvann	Oksygen *	97:03	ml O ₂ / l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn. **	97:03	%	>0,65	65-50	50-35	35-20	<0,20
Sediment	Shannon-Wiener ind. (H')	01:2009		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	Shannon-Wiener indeks (H')	97:03		>4	3-4	2-3	1-2	<1
	NQI1	01:2009		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2	01:2009		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	TA 2229	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	TA 2229	mg Cu/ kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

*Omregningsfaktoren til mgO₂ / l er 1,42

** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6⁰C

Tabell 2.3: Vurdering av miljøtilstanden i nærsonen og overgangssonen ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410 (MOM).

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 2 (god)	5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3 (dårlig)	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ²
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .

2.3 Produksjonsdata fra anlegget

På lokalitet Geitholmen startet produksjonen i 2007. Anlegget har lagt i nåværende posisjon cirka 5 år. Anlegget er 500 x 200 meter og består av 10 ringer. Det er produksjon i hele anlegget. Biomassen ved undersøkelsestidspunktet (20. september, 2012) var ca. 862 000 kg. Fisken var av 2011 årgang (vår) og ble utslaktet i slutten av september 2012. Anlegget er i dag brakklagt på ubestemt tid.

Tabell 2.4. Fôrforbruk og produksjon i tonn på Geitholmen de siste 3 år:

	Utfôret mengde	Produsert mengde
Siste år	3340 tonn	ca. 2900 tonn
Siste 3 år	11 800 tonn	ca. 10 200 tonn

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

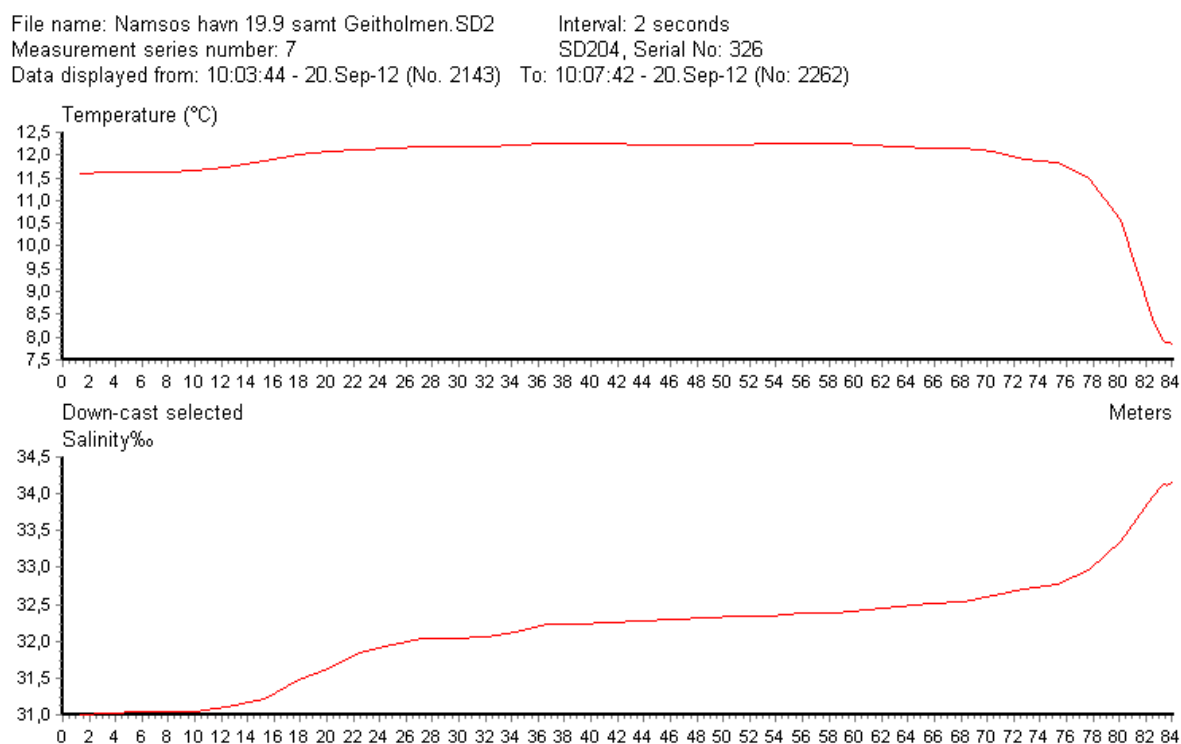
Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på de tre prøvetakingsstasjonene ved Geitholmen den 20. september, 2012. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i figurene 3.1 – 3.6.

Ut fra de hydrografiske dataene kan man se at man på undersøkelsestidspunktet har et sprangsjikt på rundt 85 meters dyp i dyprenna som går i vest-øst retning nord for anlegget (se figur 2.2). Vannmassene ovenfor dette sjiktet har en høyere temperatur og en noe lavere saltholdighet enn vannmassene nedenfor dette sjiktet. Temperaturforskjellen er på 4 til 5 °C.

Ved nærsone-stasjonen C4-12 var sjøtemperaturen mellom 11,5 og 12,0 °C fra overflaten og nedover til cirka 80 meters dyp. Bunnvannet er kaldere, og mellom 80 og 84 meters dybde faller sjøtemperaturen ned til i underkant av 8,0 °C. Saltholdigheten er 31,0 ‰ i overflatevannet, og stiger gradvis nedover i vannsøylen til 33,5 ‰ ved havbunnen. Oksygenkonsentrasjonen ligger jevnt rundt 7,5 mg O₂/liter sjøvann i hele vannsøylen, men synker ned til 6,58 mg O₂/liter sjøvann helt nede ved havbunnen. Med en omregningsfaktor på 1,42 tilsvarer denne konsentrasjonen 4,63 ml O₂/liter sjøvann, og gir tilstandsklasse I 'Meget god' etter klassifiseringen i Molvær et al., 97. Oksygenmetningen ligger mellom 80-85 %.

Ved overgangssonestasjonen C5-12 var sjøtemperaturen på undersøkelsestidspunktet mellom 11,5 og 12,0 °C ned til cirka 80 meters dyp, ved 90 meters dyp var temperaturen sunket til 7,5 °C. Videre nedover mot bunnen var sjøtemperaturen stabil rundt 7,5 °C. Saltholdigheten er 31,0 ‰ ved overflaten. Nedover i vannsøylen stiger den sakte, og mellom 80-85 meters dybde stiger den raskt opp til i overkant av 34 ‰. Videre nedover mot havbunnen er saltholdighetskurven stabil. Oksygenkonsentrasjonen ligger i overkant av 7,0 mg O₂/liter sjøvann ned til 85 meters dyp. Videre nedover mot havbunnen synker konsentrasjonen ned til 3,90 mg O₂/liter sjøvann helt nede ved bunnen. Dette tilsvarer 2,75 ml O₂/liter sjøvann, og gir tilstandsklasse III 'Moderat', etter klassifisering for oksygen i dypvann i Molvær et al., 97 (se tabell 2.2). Oksygenmetningen ligger mellom 80 og 90 % i øvre halvdel av vannsøylen, i bunnvannet er den nede på 40 %.

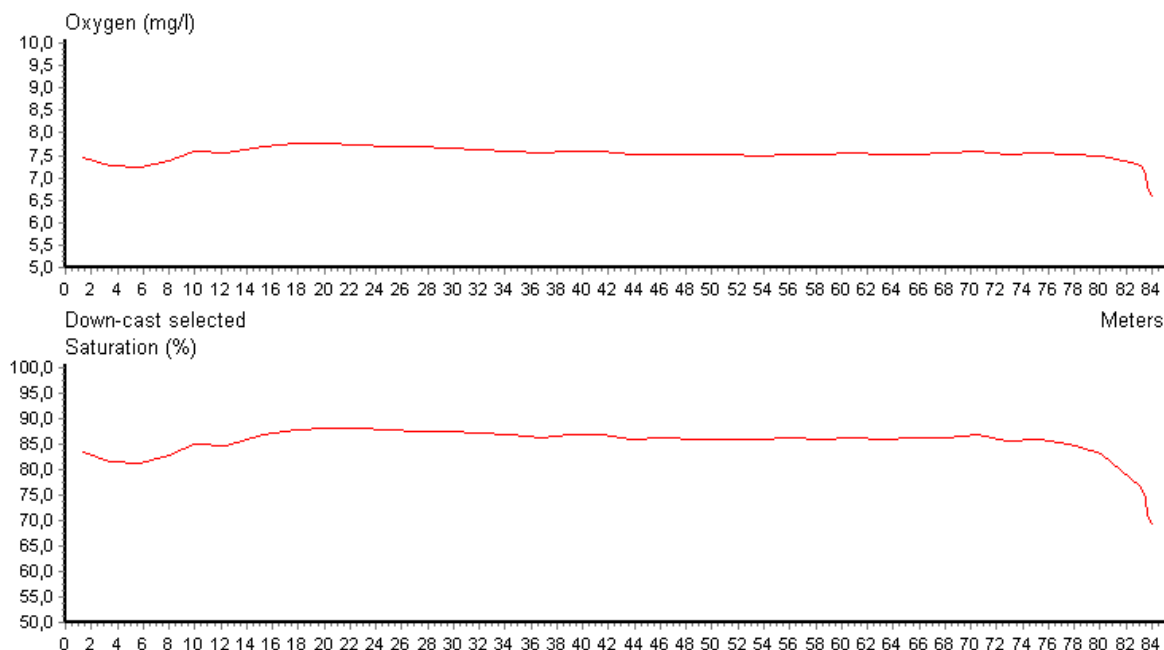
Vannmassene ved fjernsonestasjonen C3-12 hadde på undersøkelsestidspunktet en sjøtemperatur på 11,5-12,2 °C fra sjøoverflaten og ned til sprangsjiktet på 85 meters dybde, videre nedover mot havbunnen ligger temperaturen på 7,2 °C. Saltholdigheten ligger i sjiktet 31,0-32,5 ‰ ned til sprangsjiktet, videre nedover i dypet mot havbunnen er den cirka 34,2 ‰. Oksygenmetningen er 7,5 mg O₂/liter sjøvann i overflatevannet. Den avtar deretter jevnt nedover i vannsøylen, ved bunnen er den 4,9 mg O₂/liter sjøvann. Denne konsentrasjonen tilsvarer 3,45 ml O₂/liter sjøvann med en omregningsfaktor på 1,42, noe som gir tilstandsklasse III 'Moderat' etter klassifiseringen i Molvær et al., 97. Metningen er 85 % i overflatevannet, og 52 % ved havbunnen.



Figur 3.1 Sjøtemperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 84 meters dyp ved nærsone-stasjonen C4-12 den 20. september, 2012.

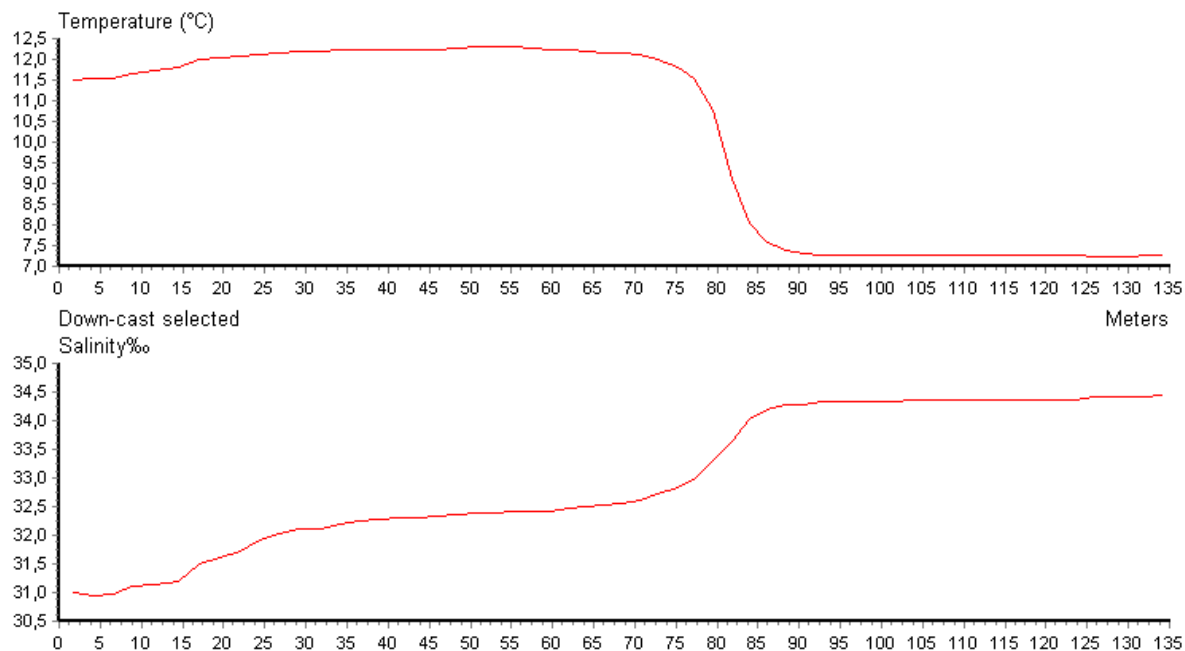
SAM-Marin

File name: Namsos havn 19.9 samt Geitholmen.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 7 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 10:03:44 - 20.Sep-12 (No. 2143) To: 10:07:42 - 20.Sep-12 (No: 2262)



Figur 3.2 Oksygenkonsentrasjon (mg O₂/l) og metning (%) fra overflaten og ned til 84 meters dyp ved nærsonestasjonen C4-12 den 20. september, 2012.

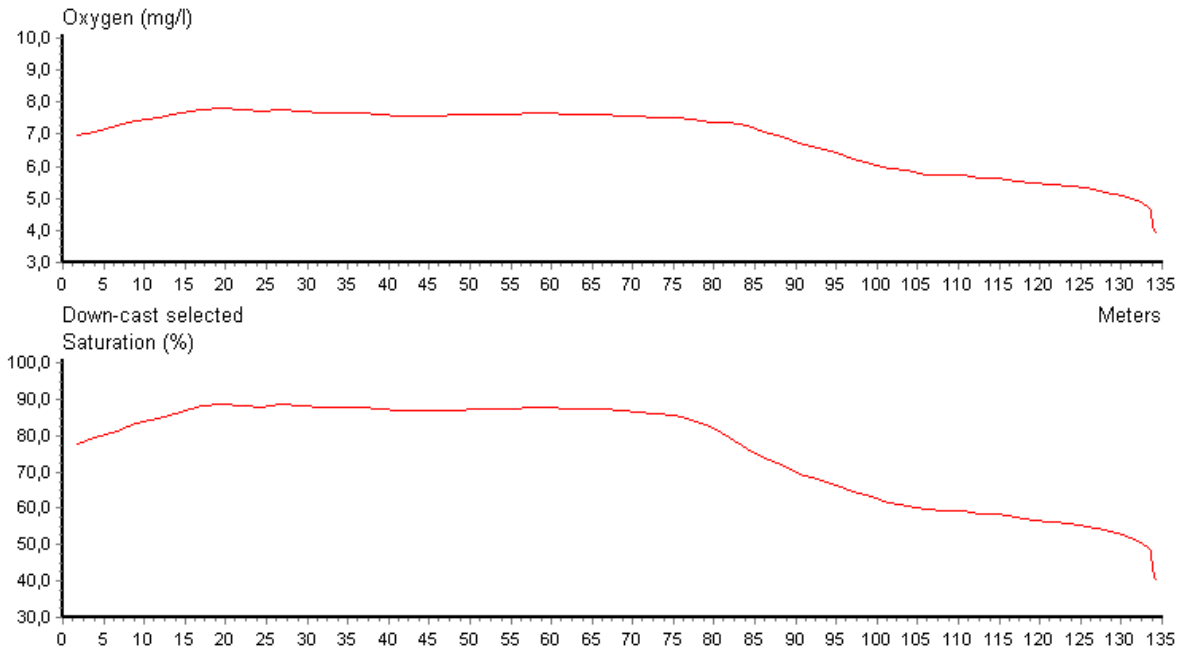
File name: Namsos havn 19.9 samt Geitholmen.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 8 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 10:49:28 - 20.Sep-12 (No. 2361) To: 10:55:30 - 20.Sep-12 (No: 2542)



Figur 3.3 Sjøtemperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 135 meters dyp ved overgangsstasjonen C5-12 den 20. september, 2012.

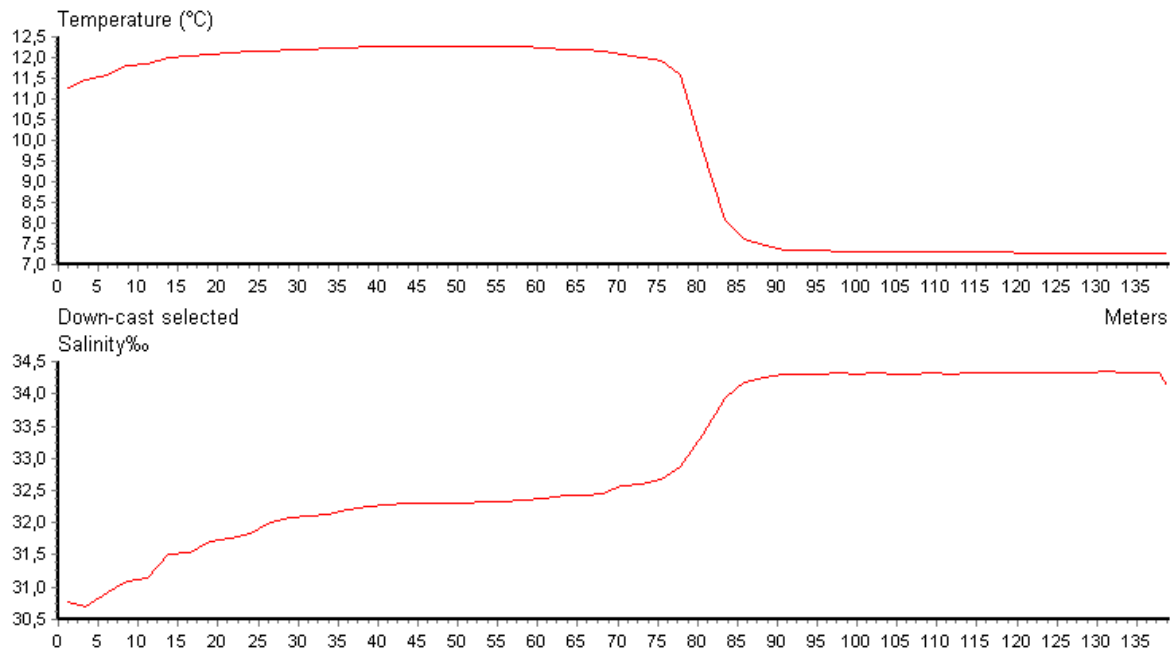
SAM-Marin

File name: Namsos havn 19.9 samt Geitholmen.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 8 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 10:49:28 - 20.Sep-12 (No. 2361) To: 10:55:30 - 20.Sep-12 (No: 2542)



Figur 3.4 Oksygenkonsentrasjon (mg O₂/l) og metning (%) fra overflaten og ned til 135 meters dyp ved overgangssonestasjonen C5-12 den 20. september, 2012.

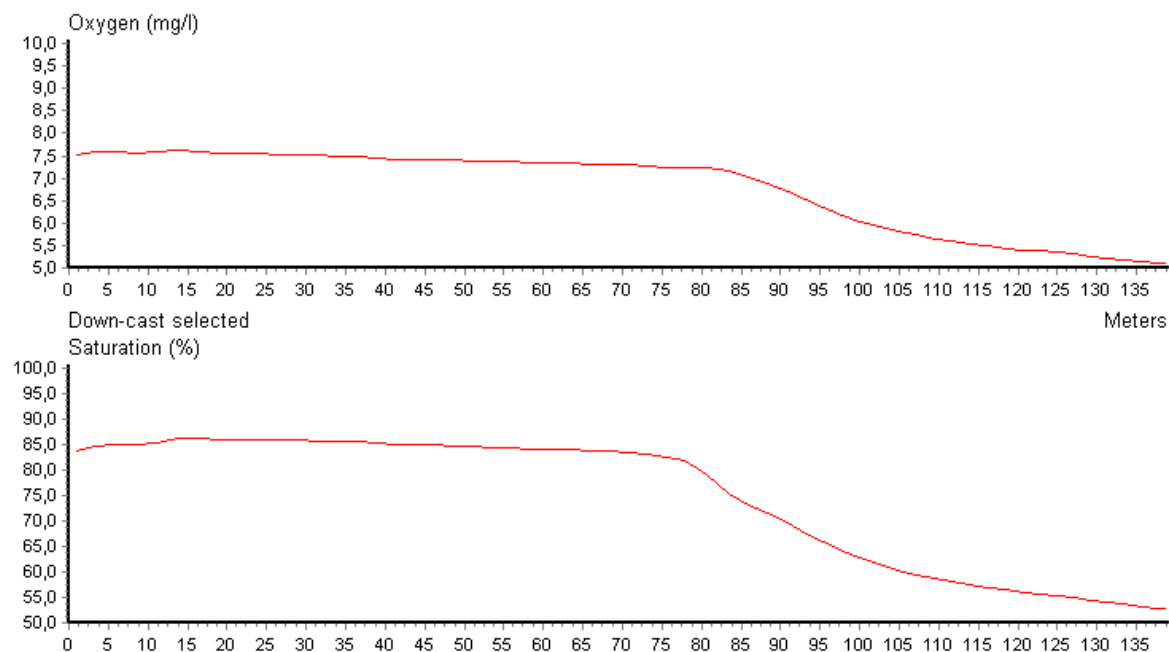
File name: Namsos havn 19.9 samt Geitholmen.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 6 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 09:11:03 - 20.Sep-12 (No. 1840) To: 09:17:17 - 20.Sep-12 (No: 2027)



Figur 3.5 Sjøtemperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 140 meters dyp ved fjernsonestasjonen C3-12 den 20. september, 2012.

SAM-Marin

File name: Namsos havn 19.9 samt Geitholmen.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 6 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 09:11:03 - 20.Sep-12 (No. 1840) To: 09:17:17 - 20.Sep-12 (No: 2027)



Figur 3.6 Oksygenkonsentrasjon (mg O₂/l) og metning (%) fra overflaten og ned til 140 meters dyp ved fjernsonestasjonen C3-12 den 20. september, 2012.

3.2 Sediment

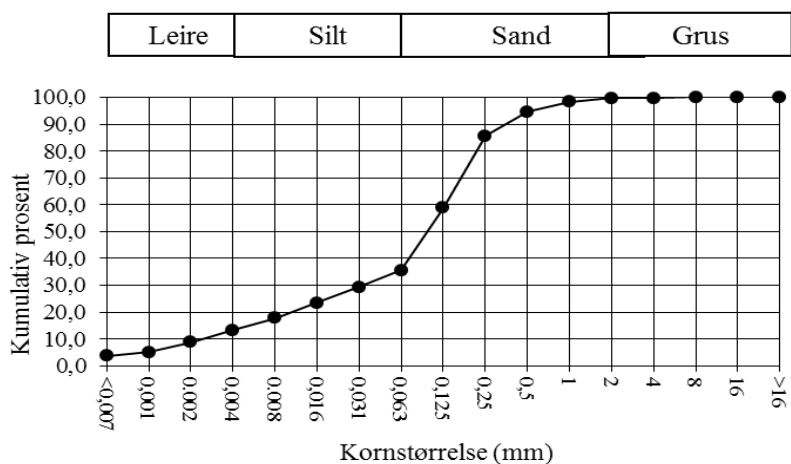
Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.7. Etter at analysene av prosent glødetap ble foretatt ble det registrert en feil med termometeret til glødetapsovnen. Dette gjør at det er usikkerhet knyttet til reell temperatur under brenning av organisk innhold i prøvene fra SIMAS, og dermed til resultatene av prosent glødetap og verdiene er derfor oppgitt i hele prosent.

Tabell 3.1: Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved lokalitet Geitholmen, september 2012. * Pga. usikkerhet med temperaturnivået til glødetapsovnen i 2012, er ikke glødetapmålingene utført akkreditert.

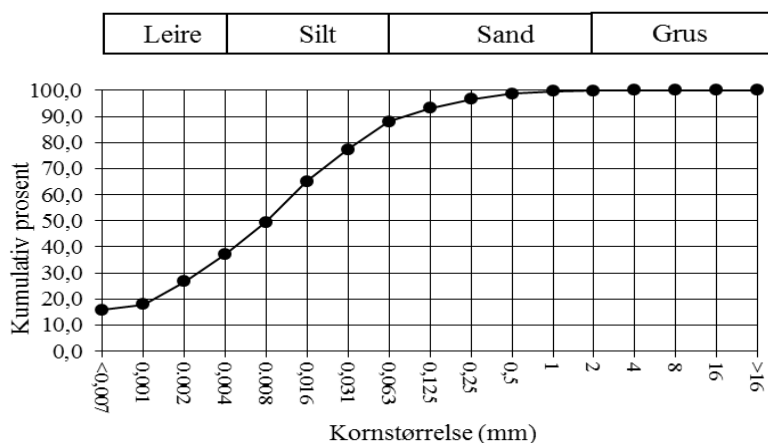
Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)*	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
C4-12	87	7	13	22	36	64	0
C5-12	125	15	37	51	88	12	0
C3-12	139	17	39	54	93	5	2

SAM-Marin

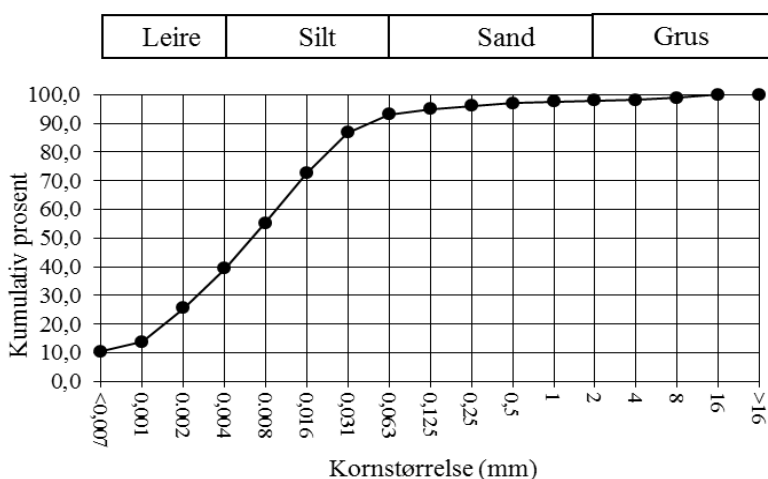
C4-12



C5-12



C3-12



Figur 3.7: Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra nær(C4)-, overgangs(C5)- og fjernsone(C3) ved lokalitet Geitholmen, september 2012.

I nærsonen, C4-12, dominerte sand og utgjorde 64 % av sedimentet. De resterende 36 % bestod av 22 % silt og 13 % leire. Glødetapet var 7,0 %. Det organiske innholdet var dermed lavt. Høyt innhold av sand indikerer gode strømforhold på dette dypet.

Overgangssonen, C5-12, hadde et mer finkornet sediment med 51 % silt, 37 % leire og 12 % sand. Her var glødetapet høyere (15 %), noe som er å betegne som en moderat mengde organisk innhold.

Fjernstasjon, C3-12, hadde også et finkornet sediment bestående av 54 % silt, 39 % leire, 5 % sand, og 2 % grus. Glødetapet var 17 %. Dette er en noe høy mengde organisk materiale.

3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet i undersøkelsesområdet er vist i Tabell 3.2 og i Vedleggstabell 3.

For å benytte KLIF's tilstandsklasse på total organisk karbon (TOC), bør de målte verdiene normaliseres dvs. standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon.

Ved nærsonestasjonen C4-12 var nivåene av fosfor, sink, og kobber lave (Tilstandsklasse I, 'Meget god'). Nivået av TOC var moderat (TK III). I overgangssonen (C5-12) var nivåene av fosfor, sink, og kobber lave (TK I, 'Meget god'), mens nivået av TOC var høyt (TK V, 'Meget dårlig'). Ved fjernsonestasjonen C3-12 var nivåene av fosfor, sink, og kobber lave (TK I, 'Meget god'), mens nivået av TOC var høyt også ved denne stasjonen (TK V, 'Meget dårlig').

Tabell 3.2: Innholdet av de undersøkte kjemiske parametrene i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter KLIF's klassifisering (Bakke *et. al.*, 2007) for sink, kobber og normalisert TOC.

Stasjon	Totalt organisk karbon g/kg	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor mg/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
C4-12	22	33,6	III	510	49	I	15	I	54,3
C5-12	54	56,2	V	810	100	I	27	I	41,1
C3-12	57	58,2	V	720	120	I	29	I	40,5

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.3-3.4, Figur 3.8-3.10, og i Vedleggstabellene 1-2. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av de marine miljøforholdene ved lokaliteten i september 2012. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

I bunndyrsprøvene fra nærstasjonen (87 m dyp) C4 ble det i 2012 funnet 59 arter med til sammen hele 1317 individer, mot 53 arter og 455 individer i 2011. Diversiteten ble beregnet ut i fra snittet til 3,49 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse II (God). (Tabell 2.3). Vanndirektivets klassifiseringsindekser (NQI1 og NQI2) beskriver artsmangfoldet som ”moderat” og det samme illustrerer fordelingen av arter innen geometriske klasser. AMBI-verdien indikerer lett forstyrrelse på faunaen på stasjonen. Den mest tallrike arten på stasjonen var arter fra børstemarkslekten *Chaetozone* sp. med 27 % av alle individer i prøven. Forekomst av 15 % *Capitella capitata* indikerer en svak miljøpåvirkning på undersøkelsestidspunktet. Ellers fantes det seks andre børstemarkarter og tre molluskarer blant de ti mest tallrike artene. I følge MOM-standarden er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er istedenfor utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen Miljøtilstand 1 (Meget god). Alt i alt tyder resultatene på moderate til gode forhold på stasjonen.

På fjernstasjonen (139 m dyp) C3 fant man 69 arter med til sammen 1231 individer i 2012, mot 57 arter og 982 individer i 2011. Diversiteten ble beregnet til 3,87 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse I (Meget god). Vanndirektivets klassifiseringsindekser (NQI1 og NQI2) havnet i beste tilstandsklasse, noe som indikerer gode forhold på stasjonen. Artene fordelt på geometriske klasser illustrerer moderate forhold, og AMBI verdien indikerer moderate forstyrrelser på faunaen på stasjonen. Den mest tallrike arten var børstemarken *Maldane sarsi*. Denne utgjorde 25 % av totalt antall individer på stasjonen. Ellers fantes det syv andre børstemarkarter og to molluskarer blant de ti mest tallrike artene på stasjonen. Alt i alt tyder resultatene på gode til meget gode forhold ved fjernstasjonen.

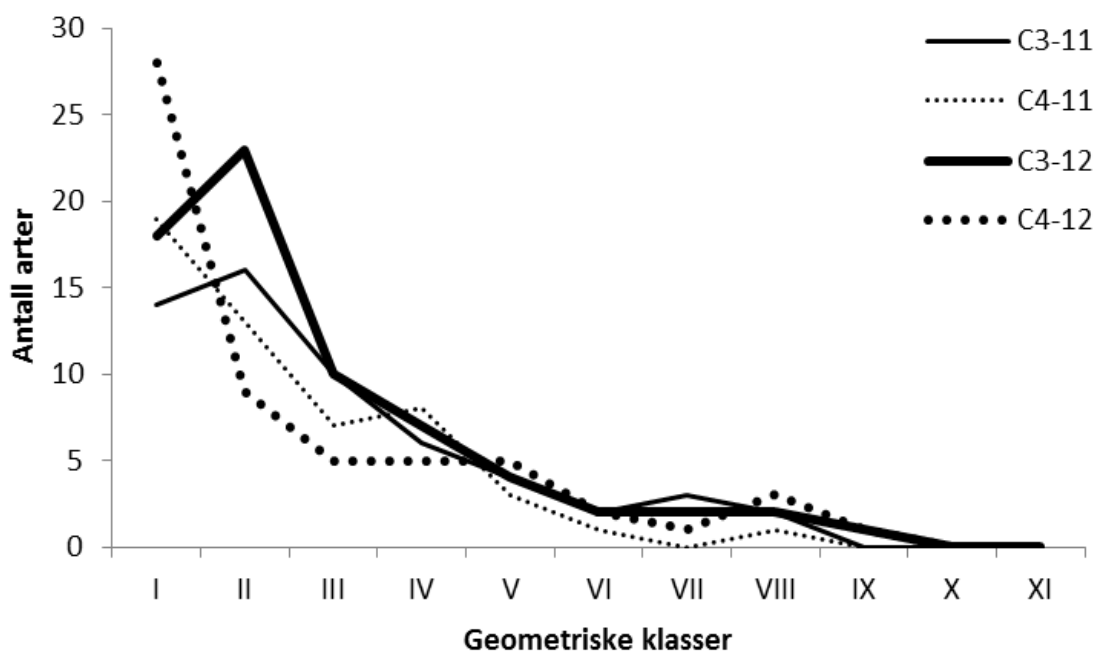
De multivariate analysene viser at det var stor likhet mellom huggene fra samme stasjon (76 % likhet på C3 og 65 % likhet på C4) og stasjonene seg i mellom (60 % likhet) i 2012. MDS-

figuren viser en relativt stor endring fra 2011 til 2012 på C4 og faunasammensetningen på C4 har nærmet seg den på C3 (Figur 3.9 og 3.10).

Tabell 3.3: Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for arts mangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. Blå: svært god, Grønn: god, Orange: dårlig, Rød: svært dårlig (se generell vedleggsdel).

Stasjon	År	Hugg	Antall arter	Antall individ	Diversitet (H')	NQI1	NQI2	AMBI	Jevnhet (J)	H'-max	MOM TK	KLIF TK
C4	2011	1	53	435	3,95	0,66	0,58	3,44	0,69	5,70		
		2	1	20	0	0,07	0,07	6,00	0	0		
	SUM	53	455	3,97				0,69	5,70	Meget god		
	SNITT	27	228	1,98	0,52	0,33	4,72	0,34	2,85			
Nærsone-stasjon	2012	1	34	600	3,31	0,57	0,50	3,89	0,65	5,09		
		2	49	717	3,67	0,62	0,55	3,60	0,65	5,61		
	SUM	59	1317	3,59				0,61	5,88			
	SNITT	42	659	3,49	0,60	0,52	3,74	0,65	5,35	Meget God		
C3	2011	1	46	489	3,97	0,68	0,63	2,84	0,72	5,52		
		2	39	493	3,57	0,66	0,59	2,87	0,68	5,29		
	SUM	57	982	3,93				0,67	5,83	Meget god		
	SNITT	43	491	3,77	0,67	0,61	2,85	0,70	5,40			
Fjernsone-stasjon	2012	1	53	693	3,63	0,73	0,64	2,26	0,63	5,73		
		2	58	538	4,10	0,74	0,68	2,26	0,70	5,86		
	SUM	69	1231	3,91				0,64	6,11			
	SNITT	56	616	3,87	0,74	0,66	2,26	0,67	5,79	Meget god		

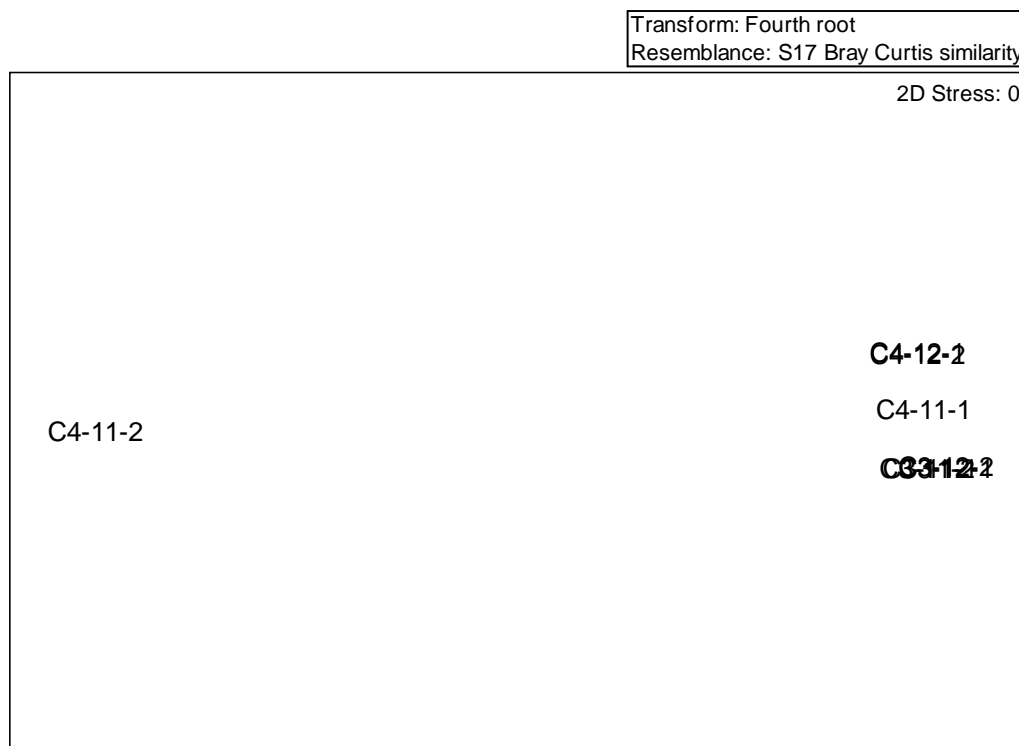
I – Meget god II - God III – Mindre god IV – Dårlig V – Meget dårlig



Figur 3.8: Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra 2011 og 2012.

Tabell 3.4: De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

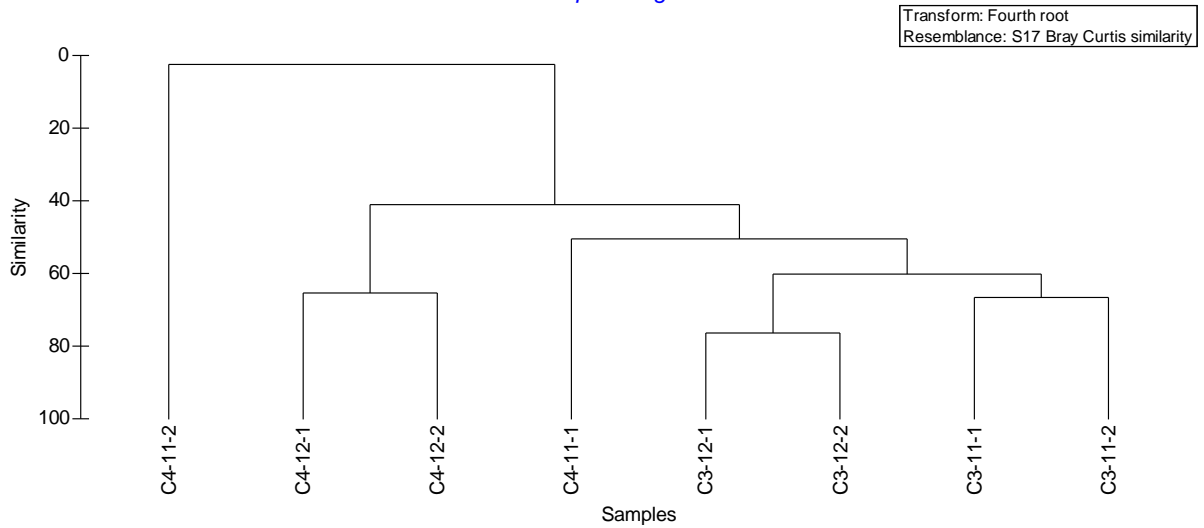
Stasjon C4 - 2012				Stasjon C3 - 2012			
Arter	Antall individ	%	Kum. %	Arter	Antall individ	%	Kum. %
<i>Chaetozone sp.</i>	353	27	27	<i>Maldane sarsi</i>	307	25	25
<i>Capitella capitata</i>	202	15	42	<i>Heteromastus filiformis</i>	218	18	43
<i>Thyasira sarsii</i>	180	14	56	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	145	12	54
<i>Heteromastus filiformis</i>	148	11	67	<i>Polydora sp.</i>	96	8	62
<i>Sabellides borealis</i>	93	7	74	<i>Thyasira equalis</i>	91	7	70
<i>Exogone sp.</i>	56	4	78	<i>Thyasira sarsii</i>	47	4	73
<i>Euchone sp.</i>	46	3	82	<i>Terebellides stroemi</i>	40	3	77
<i>Syllidae indet.</i>	26	2	84	<i>Euchone sp.</i>	30	2	79
<i>Abra nitida</i>	25	2	86	<i>Galathowenia oculata</i>	22	2	81
<i>Thyasira equalis</i>	24	2	88	<i>Nephasoma cf. minutum</i>	22	2	83



Figur 3.9: MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt i 2011 og 2012. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.

SAM-Marin

Group average



Figur 3.10: Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt i 2011 og 2012. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og stasjoner.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Geitholmen tilhørende Sinkaberg Hansen AS i øymylderet vestenfor Nærøysundet, i Vikna kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 20.09.2012. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, én ved anlegget, én i overgangssonen og én i dypet av fjorden.

Den hydrografiske undersøkelsen viser at det var en lagdeling i vannmassene ved cirka 85 meters dyp i dyprenna som går nord for anlegget. Ovenfor dette sjiktet hadde man et noe ferskere og varmere vannlag. Nedenfor dette sjiktet sank sjøtemperaturen fra cirka 12 °C til rundt 7 °C, samt at saltholdigheten steg til over 34 ‰. Oksygenmålingen viser at oksygennivået i bunnvannet ved overgangs- og fjernsonestasjonen var noe lavt, og gav tilstandsklasse III (Moderat) etter klassifiseringen i Molvær et al., 97. Oksygenivået ved den grunnere nærsone-stasjonen var høyt i hele vannsøylen.

Analysen av partikkelstørrelser i bunnsedimentet viste at man hadde et nokså grovkornet sediment ved nærsone-stasjonen, der hoveddelen av sedimentet besto av sandpartikler. I dyprenna, der hvor C5-12 og C3-12 ligger, fant man et mer finkornet bunnsediment der fraksjonen silt og leire utgjorde hoveddelen av partiklene. Sammenholdt med at man også fant et noe høyt organisk innhold ved disse to stasjonene målt som glødetap, samt et høyt nivå av totalt organisk karbon (TOC), tyder dette på at vannstrømmen på havbunnen i dette området er svak, og at man i dette området har en typisk sedimenteringsbunn. Slike havbunnområder kan ha høye nivåer av organiske partikler også fra naturens side.

Den kjemiske analysen av sedimentet viste lave verdier av metallene sink og kobber, og lave nivåer av fosfor ved samtlige tre stasjoner. Parameteren TOC viste som nevnt høye nivåer (TK V, 'meget dårlig') ved overgangssone- og fjernsonestasjonen, og et moderat nivå ved nærsone-stasjonen. Ved MOM-C undersøkelsen i samme område fra 2011 hadde man også dårlig tilstand på TOC ved overgangssonen, mens tilstanden ved fjernsonen den gang var meget god for TOC-parameteren. I nærsonen fant man den gang også høye nivåer av TOC (TK 'Meget dårlig').

Faunaundersøkelsen viste gode forhold i nærsonen til anlegget. Grafen over geometriske klasser viser et noe hakkete og flatt kurveforløp og indikerer dermed en lett forstyrrelse på faunasammensetningen, mens indeksene NQI1 og NQI2 indikerer moderate faunaforhold. Etter MOM-standarden får nærsonen tilstanden 'Meget god'. I fjernsonen fant man en høy diversitet (KLIF TK 'Meget god'), og indeksene NQI1 og NQI2 indikerte gode forhold. AMBI-indeksen, samt grafen over geometriske klasser, indikerer en lett forstyrrelse på faunaen i fjernsonen.

Totalt sett tyder denne undersøkelsen på at forholdene i det marine miljøet i de forskjellige påvirkningssonene til oppdrettslokalitet Geitholmen er gode. Dyprenna nord for oppdrettsanlegget er en sedimenteringsbunn, der man fant et høyt organisk innhold både i 2011 og i 2012. Hvor mye av den organiske påvirkningen som skyldes oppdrettsanlegget, og hvor mye av påvirkningen som er der fra naturens side (naturtilstand), er vanskelig å konkludere noe sikkert om da man ikke har tilsvarende analyser av havbunnsedimentet fra tiden før anlegget ble etablert i området. Bunnnyrsanalysen fra fjernsonestasjonen tyder likevel på at påvirkningen av organisk materiale ikke påvirker bunnnyrsamfunnet i negativ grad.

Tabell 4.1: Oppsummering av resultatene.

Stasjon	Dyp (m)	Fauna KLIF's T.kl.	Fauna MOM tilstand	T.kl. sink	T.kl. kobber	T.kl. TOC	T. kl. O ₂ i bunnvann
C4-12	87	(II)	I	I	I	III	I
C5-12	139	*)	*)	I	I	V	III
C3-12	125	I	-	I	I	V	III

*) Fauna ikke bestemt grunnet gode forhold på stasjon C3-12 og C4-12, jf. NS-9410 pt 6.5.

5 TAKK

Vi takker mannskapet fra Sinkaberg Hansen AS for god hjelp og et hyggelig tokt om bord på deres båt. På toktet deltok Vidar Strøm og Nasir El Shaikh fra Aquakompetanse AS. Sediment-analysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av Ragna Tveiten. Bunnnyrene ble identifisert av Tom Alvestad og Per Johannessen.

6 LITTERATUR

- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåkning av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.

7 VEDLEGG

Generell vedleggsdel

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0,1 m²), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

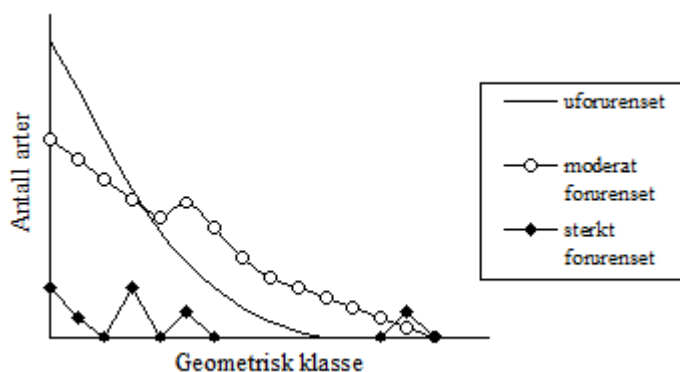
Geometriske klasser

På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, fire til syv osv. En slik gruppering kalles en geometrisk rekke, og gruppene som kalles geometriske klasser nummereres fortløpende I, II, III, IV, osv. Et eksempel er vist i Tabell v1. For ytterligere opplysninger henvises til Gray og Mirza (1979) og Pearson et al. (1983).

Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson og Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydnet i Figur v1. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små topper og nullverdier (Figur v1)

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

Geometrisk klasse	Antall ind./art	Antall arter
I	1	23
II	2 - 3	16
III	4 - 7	13
IV	8 - 15	9
V	16 - 31	5
VI	32 - 63	5
VII	64 - 127	3
VIII	128 - 255	0
IX	256 - 511	2



Figur v1. Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et uforurenset, moderat forurenset og for et sterkt forurenset område.

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktorsgruppen Vanndirektoratet 2009, Tabell v2 og v3).

Diversitet.

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') beskrives ved artsmangfoldet (S , totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J , fordelingen av antall individer per art) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

der: $p_i = n_i/N$, n_i = antall individer av art i , N = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og S = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensete stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, H'_{\max} ($= \log_2 S$), er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte:

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}} \text{ (Pielou 1966),}$$

der: H' = Shannon Wiener indeks og H'_{\max} = diversitet dersom alle arter har likt individantall.

Dersom $H' = H'_{\max}$ er J maksimal og får verdien en. J har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

Hurlbert diversitetsindeks ES(100) er beskrevet som:

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^s 1 - [(N - N_i)! / ((N - N_i - 100)! 100!)] / [N! / ((N - 100)! 100!)]$$

hvor ES100 = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og Ni individer av i-ende art.

Diversitetsindekse SN er beskrevet som:

$$SN = \ln S / \ln(\ln N)$$

hvor S er antallet arter, og N er antallet individer i prøven

Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI og AMBI. Beregning av ISI er beskrevet av Rygg (2002). Sensitivitetsindeksen AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al., 2000). Mer enn 4000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaekspert. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

Sammensatte indekser

Sammensatte indekser NQI1 og NQI2 bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1 og NQI2.

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

$$\text{NQI1 (Norwegian quality status, version 1)} = [0.5 * (1 - \text{AMBI}/7) + 0.5 * (\text{SN}/2.7) * (N/(N+5))]$$

$$\text{NQI2 (Norwegian quality status, version 2)} = [0.5 * (1 - \text{AMBI}/7) + 0.5 * (H'/6)]$$

hvor AMBI er en sensitivitetsindeks, SN og H' diversitetsindekser, og N er antall individer i prøven.

Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten (H') og NQI1 beregnes for hver prøve (grabbhugg) og gjennomsnittet klassifiserer stasjonen etter veileder 01:2009. I tillegg blir diversitetsindeksen for summen av antall dyr på stasjonen regnet ut og rapportert i henhold til Molvær et al. 1997 for sammenligning med historiske data. Diversiteten og fordelingen av sårbare vs. robuste arter brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig) (Tabell v2 og v3)

Tabell v2 : Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til veileder 01:2009:*

Indikativ parameter	Referanse-verdi	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indikativ parameter (nye verdier, 2008)				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0.78	>0.72	0.63-0.72	0.49-0.63	0.31-0.49	<0.31
NQI2	0.73	>0.65	0.54-0.65	0.38-0.54	0.20-0.38	<0.20
H'	4.4	>3.8	3.0-3.8	1.9-3.0	0.9-1.9	<0.9
ES ₁₀₀	32	>25	17-25	10-17	5-10	<5
ISI	9.0	>8.4	7.5-8.4	6.1-7.5	4.2-6.1	<4.2

* Tallverdiene er foreløpig de samme for alle regioner og vanntyper. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vanntyper.

Tabell v3 Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment og bløtbunnsfauna. Veiledning 97:03- Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

Parametre		Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
Artsmangfold	Hulberts indeks	>26	26-18	18-11	11-6	<6
bløtbunnsfauna	Shannon-Wiener indeks	>4	4-3	3-2	2-1	<1

Multivariate analyser

I de ovenfor nevnte metodene legges det ingen vekt på hvilke arter som finnes i prøvene. For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgradienter. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra “godt” til “dårlig” miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av ulike prøveareal. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray og Curtis 1957) gitt i % som:

$$S_{jk} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\}$$

Hvor: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k
 y_{ij} = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen
 y_{ik} = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter
 p = totalt antall arter

Clusteranalysen fortsetter med at prøvene grupperes sammen avhengig av likheten mellom dem. Når to eller flere prøver inngår i en gruppe blir det beregnet en ny likhet mellom denne gruppen og de andre gruppene/prøvene som så danner grunnlaget for hvilken gruppe/prøve gruppen skal knyttes til. Prosessen kalles "group average sorting" og den pågår inntil alle prøvene er samlet til en gruppe. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes prosentvise likhet vises. Figur v2 viser et dendrogram hvor prøvene har stor faunalikhet og et dendrogram hvor prøvene viser liten faunalikhet.

I MDS-analysen gjøres similaritetsindeksene mellom prøvene om til rangtall. Punkter som skal vise likheten mellom prøvene projiseres i et 2- eller 3- dimensjonalt rom (plott) der avstanden mellom punktene er et mål på likhet. Figur v3 viser et MDS-plott uten tydelig gradient. Det andre plottet viser en tydeligere en gradient da prøvene er mer inndelt i grupper. Prosessen med å gruppere punktene i et plott blir gjentatt inntil det oppnås en "maksimal" projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

$$\text{Stress} = \sum_j \sum_k (d_{jk} - \hat{d}_{jk})^2 / \sum_j \sum_k d_{jk}^2$$

Hvor: \hat{d}_{jk} = predikert avstand til den tilpassede regresjonslinjen som korresponderer til dissimilariteten d_{jk} gitt som:

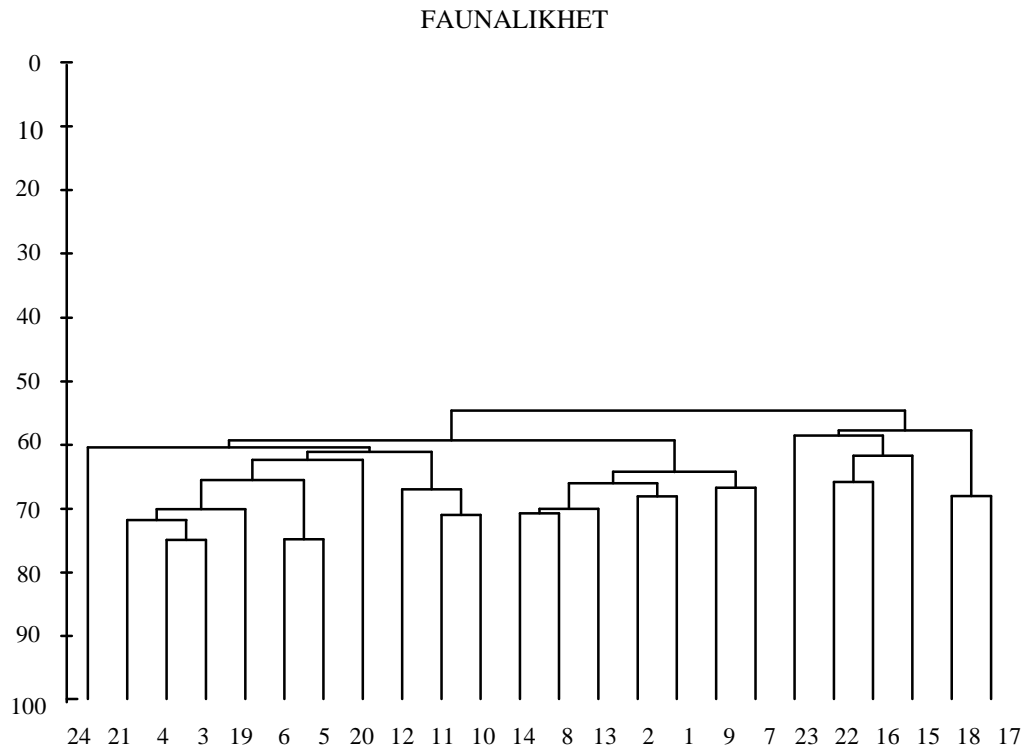
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: $< 0,05$ = svært god presentasjon, $< 0,1$ = god presentasjon, $< 0,2$ = brukbar presentasjon, $> 0,3$ plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

Dataprogrammer

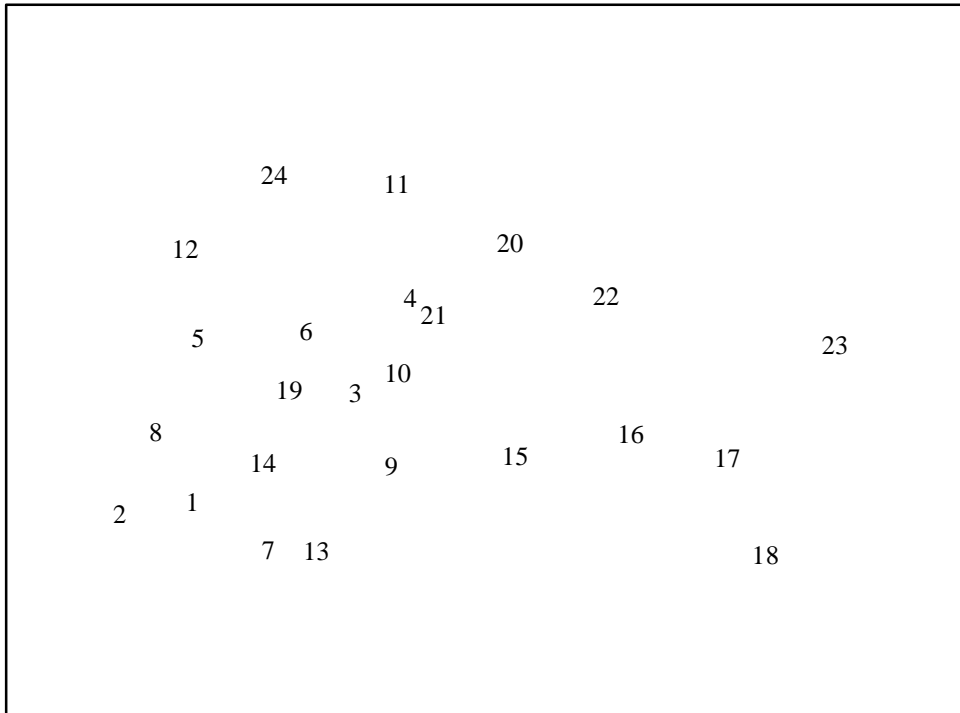
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget av Knut Årrestad ved Institutt for fiskeri- og marinbiologi, UiB.

De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken Primer fra Plymouth Marine Laboratory i England. Clusteranalysen er utført med programmet Cluster, til MDS-analysen er programmet Mds benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

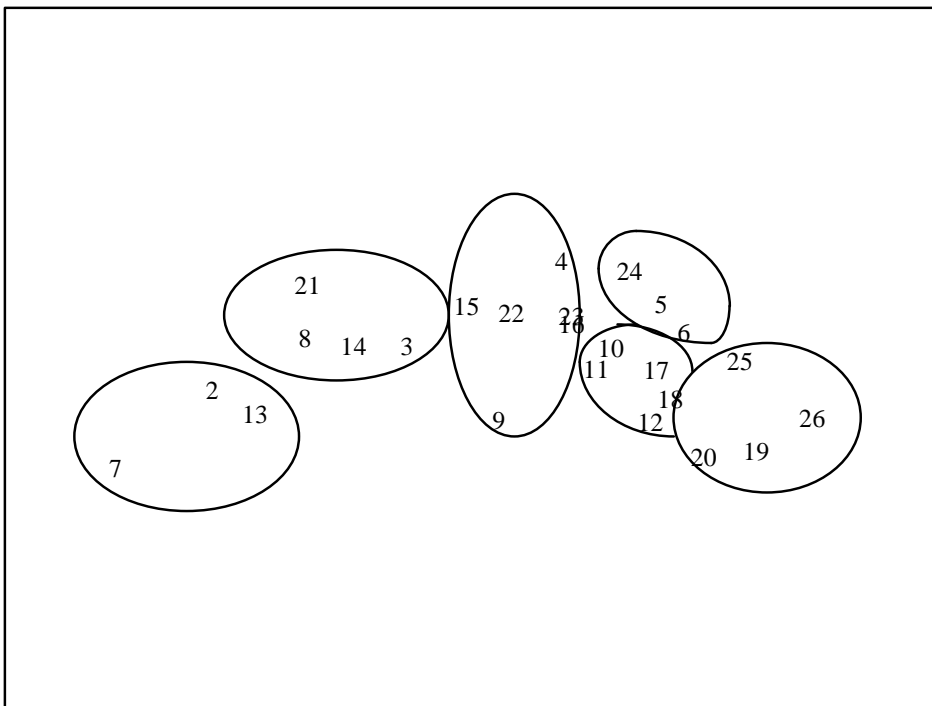


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



Figur v3. MDS-plott som viser faunalikheten mellom prøver. Øverste plott viser ingen klar gradient, mens nederste plott viser en tydeligere gradient.

Litteratur til Generelt Vedlegg

- Bakke et al. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *Klif publikasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12), 1100–1114
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.
- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.*
- Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.
- Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.
- Rygg B, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning nr. 93:02 20 pp.*
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Vannportalen.no.. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. *Klassifiseringsveileder 01:2009*

Vedleggstabell 1. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.5

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



SAM-Marin
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25



Oppdragsgiver (navn og adresse): Aqua Kompetanse AS, 7770 Flatanger
Prosjekt nr.: 807007

Prøvetakingssted (område): Geitholmen, Vikna Kommune

Dato for prøvetaking: 20.09.2012

Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -

Artene er identifisert av: Tom Alvestad og Per Johannessen

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>

Opplysninger om merker i artslisten:

For hver stasjon er nr. på grabbhuggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

- + i tabellen angir at det var dyr til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.
- / i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).
- cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.
- * ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.
- * ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av:4 sider.

Artslisten skal ikke kopieres i ufullstendig form, uten skriftlig godkjenning fra SAM.

Signatur: Tom Alvestad
Godkjent taksonom

SAM-Marin

s.1/4	Stasjon		C3-12	C3-12	C4-12	C4-12
	Dato		20.09.2012	20.09.2012	20.09.2012	20.09.2012
	Dyp (m)		139	139	87	87
	Arter	Hugg	1	2	1	2
*	ANTHOZOA					
	<i>Cerianthus lloydii</i>		0/1			
*	NEMERTINI indet.		3	4	4	5
*	NEMATODA indet.				2	2
	POLYCHAETA					
	<i>Paramphinome jeffreysi</i>		103	42	7	3
*	<i>Siboglinum fiordicum</i>		+			
*	<i>Siboglinum ekmani</i>		+	+	+	
	<i>Polynoidae</i> indet.		1	1		
	<i>Harmothoe antilopes</i>				1	0/1
	<i>Harmothoe mariannae</i>		1	1		1
	<i>Malmgrenia</i> sp.				1	
	<i>Pholoe baltica</i>		1	2	7	16
	<i>Pholoe pallida</i>			2		
	<i>Paranaitis wahlbergi</i>				1	
	<i>Phyllodoce groenlandica</i>				1	
	<i>Phyllodoce mucosa</i>					3
	<i>Sige fusigera</i>		0/1	1		0/1
	<i>Protomystides exigua</i>					0/1
	<i>Eteone longa</i>				0/1	
	<i>Nereimyra punctata</i>		1	1		
	<i>Syllidae</i> indet.			4	11	15
	<i>Exogone</i> sp.				24	32
	<i>Ceratocephale loveni</i>		4/1	2/3		
	<i>Eunereis longissima</i>					1
	<i>Nephtys ciliata</i>		1/3	0/2		
	<i>Nephtys paradoxa</i>					
	<i>Nephtys pente</i>				1	
	<i>Glycera alba</i>				1	
	<i>Goniada maculata</i>					
	<i>Nothria conchylega</i>			1		1
	<i>Lumbrineridae</i> indet.			1		2
	<i>Ophryotrocha</i> sp.					6
	<i>Phylo norvegica</i>					
	<i>Scoloplos armiger</i>				2	
	<i>Laonice</i> sp.		0/1			
	<i>Polydora</i> sp.		59	37	1	3
	<i>Prionospio cirrifera</i>		6	1		
	<i>Spiophanes kroyeri</i>		9/1	4/3		
	<i>Apistobranchus tullbergi</i>			1		
	<i>Apistobranchus tenuis</i>					
	<i>Aricidea suecia</i>					
	<i>Levinsenia gracilis</i>		1	1		
	<i>Paraonis</i> sp.		1	2		
	<i>Aphelocheata</i> sp.		6	3		
	<i>Chaetozone</i> sp.		1	1	217	136
	<i>Diplocirrus glaucus</i>		0/1			1
	<i>Ophelina acuminata</i>					1
	<i>Scalibregma inflatum</i>		0/6	1/2	2/6	3/3
	<i>Capitella capitata</i>				74	128

SAM-Marin

s.2/4	Stasjon	C3-12	C3-12	C4-12	C4-12	
	Dato	20.09.2012	20.09.2012	20.09.2012	20.09.2012	
	Dyp (m)	139	139	87	87	
	Arter	Hugg	1	2	1	2
	<i>Heteromastus filiformis</i>	111	107	81	67	
	<i>Notomastus latericeus</i>					
	<i>Praxillella gracilis</i>	3	3		1	
	<i>Lumbriclymene cylindrica</i>					
	<i>Asychis biceps</i>					
	<i>Chirimia biceps</i>			6	2	
	<i>Maldane sarsi</i>	195	112			
	<i>Rhodine gracilor</i>				1	
	<i>Maldanidae indet.</i>	9	6	11	8	
	<i>Myriochele heeri</i>				1	
	<i>Owenia borealis</i>	0/6		4/3	1	
	<i>Galathowenia oculata</i>	10	12	1	1	
	<i>Pectinaria auricoma</i>				1	
	<i>Pectinaria koreni</i>			2	2	
	<i>Sabellides borealis</i>			5/23	24/41	
	<i>Sabellides octocirrata</i>	1	1			
	<i>Anobothrus gracilis</i>	2				
	<i>Amphicteis gunneri</i>		1			
	<i>Amythasides macroglossus</i>		2			
	<i>Samytha sexcirrata</i>		1			
	<i>Glyphanostomum pallescens</i>	1				
	<i>Amage auricula</i>					
	<i>Melinna albicincta</i>	1				
	<i>Eupolymnia nesidensis</i>				0/1	
	<i>Pista cristata</i>	1	2			
	<i>Lanassa venusta</i>	2	7			
	<i>Leaena ebranchiata</i>	3	3			
	<i>Polycirrus medusa</i>					
	<i>Polycirrus norvegicus</i>		1			
	<i>Polycirrus plumosus</i>			1		
	<i>Amaeana trilobata</i>					
	<i>Trichobranchus roseus</i>					
	<i>Terebellides stroemi</i>	12/14	11/3			
	<i>Sabellidae indet.</i>	2	7			
	<i>Jasmineira sp.</i>			2		
	<i>Sabella pavonina</i>					
	<i>Euchone sp.</i>	14	16	14	32	
*	HIRUDINEA indet.			2		
	ECHIURA					
	SIPUNCULA					
	<i>Sipuncula indet.</i>	2				
	<i>Phascolion strombus</i>	0/2	1		1	
	<i>Nephasoma minutum</i>					
	<i>Nephasoma cf. minutum</i>	4	18			
	CRUSTACEA					
*	<i>Copepoda indet.</i>	1			4	
*	<i>Calanus finmarchicus</i>		1	1		
*	<i>Anomalocera patersoni</i>					
*	<i>Cypridina norvegica</i>		1			
*	<i>Leucon sp</i>	2	4			

SAM-Marin

s.3/4	Stasjon	C3-12	C3-12	C4-12	C4-12	
	Dato	20.09.2012	20.09.2012	20.09.2012	20.09.2012	
	Dyp (m)	139	139	87	87	
	Arter	Hugg	1	2	1	2
*	<i>Leucon nasica</i>					
*	<i>Eudorella emarginata</i>	1	1			
*	<i>Eudorella truncatula</i>	1	1			
*	<i>Amphipoda indet.</i>	3	3	4	22	
*	<i>Caprellidae indet.</i>			1		
	<i>Ischyrocerus sp.</i>					
*	<i>Lysianassidae indet.</i>					
*	<i>Arrhis phyllonyx</i>					
*	<i>Harpinia sp.</i>					
*	<i>Euphausiacea indet.</i>	4	2			
*	<i>Caridea indet.</i>		1		1	
*	<i>Eurynome spinosa</i>			0/1		
	MOLLUSCA					
	<i>Caudofoveata indet.</i>	2	4	4	2	
	<i>Skenea basistriata</i>					
	<i>Lacuna vineta</i>				2/1	
	<i>Euspira pallida</i>		1			
	<i>Curtitoma trevelliana</i>				1	
	<i>Buccinum undatum</i>				1	
	<i>Philine scabra</i>			0/3	0/1	
	<i>Cylichnina umbilicata</i>					
	<i>Nudibranchiata indet.</i>				1	
	<i>Nucula nucleus</i>		1		1	
	<i>Ennucula tenuis</i>	0/1	0/1	3	3/3	
	<i>Nuculana minuta</i>		1			
	<i>Yoldiella lucida</i>	2	6/2			
	<i>Yoldiella nana</i>	2	1/1			
	<i>Yoldiella philippiana</i>					
	<i>Modiolula phaseolina</i>					
	<i>Bathyarca pectunculoides</i>	3	2			
	<i>Delectopecten vitreus</i>		3			
	<i>Heteranomia squamula</i>					
	<i>Thyasira flexuosa</i>			2		
	<i>Thyasira obsoleta</i>				1	
	<i>Thyasira sarsii</i>	17/10	13/7	46/11	96/27	
	<i>Thyasira equalis</i>	36/6	47/2	9/1	13/1	
	<i>Axinulus croulinensis</i>				1	
	<i>Mendicula feruginosa</i>	1	2/1	1	0/2	
	<i>Adontorhina similis</i>					
	<i>Astarte sulcata</i>		0/1			
	<i>Abra nitida</i>	0/1	0/2	4/5	3/13	
	<i>Hiatella sp.</i>	0/1				
	<i>Cuspidaria obesa</i>	1	1			
	<i>Antalis entalis</i>	1				
*	BRYOZOA					
*	<i>Bryozoa indet grenet</i>			+	+	
	OPHIUROIDEA					
	<i>Amphipholis squamata</i>		0/1			
	<i>Amphiura chiajei</i>					
	<i>Amphiura filiformis</i>					

SAM-Marin

s.4/4	Stasjon		C3-12	C3-12	C4-12	C4-12
	Dato		20.09.2012	20.09.2012	20.09.2012	20.09.2012
	Dyp (m)		139	139	87	87
	Arter	Hugg	1	2	1	2
	<i>Amphilepis norvegica</i>			1/1		
	<i>Ophiura affinis</i>					0/1
	<i>Ophiura carnea</i>		1/1			
	HOLOTUROIDEA					
	<i>Labidoplax buskii</i>		1	2		
	<i>Synaptidae indet.</i>					
	ASCIDIACEA					
	<i>Asciadiacea indet.</i>		1	1		1
*	VARIA					

Vedleggstabell 2. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene i 2011 og 2012.

Geometriske klasser	C3-11	C4-11	C3-12	C4-12
I	14	19	18	28
II	16	13	23	9
III	10	7	10	5
IV	6	8	7	5
V	4	3	4	5
VI	2	1	2	2
VII	3	0	2	1
VIII	2	1	2	3
IX	0	0	1	1
X	0	0	0	0
XI	0	0	0	0

Vedleggstabell 3. Analysebevis



Uni Research AS
HiB, Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
5006 BERGEN
Attn: Uni Miljø

Eurofins Environment Testing Norway AS
(Bergen)
F. reg. 905 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42
Fax:
bergen@eurofins.no

AR-12-MX-002859-01



EUNOBE-00004830

Prøvemottak: 22.10.2012
Temperatur:
Analyseperiode: 22.10.2012-07.11.2012
Referanse: 807007/66/12

ANALYSERAPPORT

Prevenr.:	441-2012-1022-023	Prøvetakingsdato:	20.09.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	C3 - 12, 139 m Hugg 3	Analysestartdato:	22.10.2012			
Analyse	Resultat	Enhet	MU	Metode	LOQ	Grenseverdi
a) Fosfor (P)						
Totalt fosfor (P)	720	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	29	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	120	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	57	mg/g tv		EN 13137	0.1	
a) Totalt tørrstoff						
Total tørrstoff	40.5	% (v/v)		EN 14346	0.1	

Prevenr.:	441-2012-1022-024	Prøvetakingsdato:	20.09.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	C4 - 12, 87 m Hugg 3	Analysestartdato:	22.10.2012			
Analyse	Resultat	Enhet	MU	Metode	LOQ	Grenseverdi
a) Fosfor (P)						
Totalt fosfor (P)	510	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	15	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	49	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	22	mg/g tv		EN 13137	0.1	
a) Totalt tørrstoff						
Total tørrstoff	54.3	% (v/v)		EN 14346	0.1	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)
 < :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 2